

## Identifikasi Biji Palawija Berbasis Spektrum Frekuensi (Identify the Palawija Seed Based on Frequency Spectrum)

Sunarno

Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik, UGM  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281

### Abstract

*The aim of this research is to set up the sufficient system, which is used for real-time the palawija seed identification based on the frequency spectrum.*

*This research uses ten types of the palawija seed as test sample. Each sample is placed in the acoustic room with size  $40 \times 55 \times 65 \text{ cm}^3$ . In order to get the frequency spectrum respond of the sample, two condenser microphones and the signal conditioning system have been set in the acoustic room. The signals have been processed using 24 bit sound-card imbedded in the personal computer. The data of the experiment have been recorded and analyzed by using Cool Edit Pro version 2.0.*

*Pursuant to result of spectrum frequency examination of the sample, the variety dominant frequency spectrum is identified at frequency between 2 kHz up to 4 kHz, 6 kHz up to 8 kHz, and above of 10 kHz. Each sample has a different frequency spectrum from the others.*

*This method applicable to identify the type of object is placed at one particular acoustic room.*

**Keywords:** seed, frequency, acoustic, frequency spectrum.

### 1. Pendahuluan

Sistem informasi penyajian langsung (*real time*) merupakan suatu kebutuhan yang penting dewasa ini. Salah satu informasi yang penting untuk langsung diketahui adalah pengidentifikasian suatu benda tanpa menyentuh atau melihat benda tersebut secara langsung.

Pada penelitian ini telah dikembangkan suatu metode indentifikasi penyajian langsung biji palawija berdasarkan spektrum frekuensi perambatan. Penelitian ini didasarkan pada resonansi atau getaran respon spesifik biji palawija akibat dari pancaran getaran dari suatu sumber frekuensi audio. Dengan mengamati spektrum frekuensi respon akustiknya, kita dapat mengidentifikasi jenis atau karakteristik biji palawija tersebut.

Adapun yang menjadi sampel penelitian dalam penelitian ini adalah sepuluh jenis biji palawija seperti; millet, gabah, beras, jagung,

kedelai hitam, kedelai putih, kacang tholo, kacang tanah, kacang merah dan kacang hijau

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan rancang bangun sistem yang efisien agar dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis biji palawija yang diletakkan pada suatu ruangan akustik.

### Tinjauan Pustaka

Pengujian sinyal akustik pernah dilakukan oleh Gregory A. Clark (1998). Penelitian tersebut berhasil melakukan pengolahan sinyal akustik terhadap tiga bidang yang berlainan, yakni; pengolahan sinyal akustik untuk menentukan keutuhan suatu klep jantung tiruan, pengolahan sinyal akustik untuk mengetahui posisi deposit

minyak di bawah permukaan laut, dan penggunaan gelombang akustik getaran untuk menilai integritas beberapa struktur mekanik di California utara.

Penelitian lainnya tentang sinyal akustik oleh Sunarno dkk (2005) yang berhasil merancang alat pengukur kualitas gabah berdasarkan spektrum getarannya. Identifikasi dilakukan dengan melewatkan frekuensi audio (20 Hz – 20 kHz) dengan amplitudo yang sama besar pada suatu gabah yang diletakkan pada ruangan akustik dan menganalisis spektrum getaran responnya. Alat tersebut mampu mengidentifikasi dan memilah gabah menjadi tiga bagian, yakni; gabah dengan kualitas buruk, kualitas sedang dan kualitas baik.

Dari hasil penelitian di atas, dipandang perlu melakukan penelitian tentang identifikasi biji palawija berdasarkan spektrum frekuensi akustiknya.

## 2. Fundamental

Getaran adalah gerak osilasi materi apabila dikenai gangguan atau gaya dari posisi setimbangnya. Getaran merupakan sumber gelombang atau dengan kata lain gelombang adalah getaran yang merambat. Pada perambatan gelombang terjadi perpindahan energi yang mengakibatkan partikel berosilasi di sekitar titik kesetimbangannya.

Ada empat besaran yang merupakan besaran dasar gelombang, yaitu periode ( $T$ ), frekuensi ( $f$ ), panjang gelombang ( $\lambda$ ), dan cepat rambat gelombang ( $v$ ). Hubungan keempat besaran dasar gelombang ditunjukkan dalam Persamaan (1) dan (2) berikut :

$$f = 1 / T \text{ atau } T = 1 / f \quad (1)$$

$$v = \lambda f = \lambda / T \quad (2)$$

### Superposisi Getaran

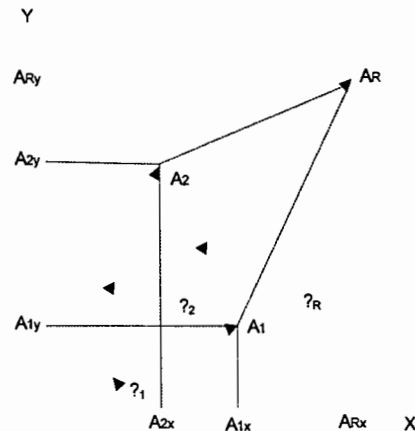
Proses superposisi getaran merupakan proses penjumlahan simpangan dari masing – masing getaran saat demi saat. Proses penjumlahan getaran dipengaruhi oleh arah dan frekuensi getaran.

Superposisi dua getaran dengan frekuensi yang sama ditunjukkan dengan Persamaan (3) dan (4) berikut :

$$x_R = x_1 + x_2 = A_R \cos (\omega t + \theta_R). v \quad \dots(3)$$

$$x_R = \lambda f = \lambda / T \quad \dots(4)$$

Dengan metode fasor dapat diperoleh besarnya amplitudo superposisi  $A_R$ .



Gambar 1. Superposisi getaran secara vektor

Berdasarkan Gambar 1. tampak bahwa :

$$A_{Rx} = A_{1x} + A_{2x} = A_1 \cos \theta_1 + A_2 \cos \theta_2$$

$$A_{Ry} = A_{1y} + A_{2y} = A_1 \sin \theta_1 + A_2 \sin \theta_2$$

Sehingga dapat diperoleh besar nilai  $A_R$ , yaitu :

$$A_R^2 = A_{Rx}^2 + A_{Ry}^2$$

Superposisi untuk dua getaran dengan frekuensi yang berbeda ditunjukkan dengan Persamaan (6) berikut;

$$x_R = x_1 + x_2 = A_R(t) \cos \theta_R(t) \quad (6)$$

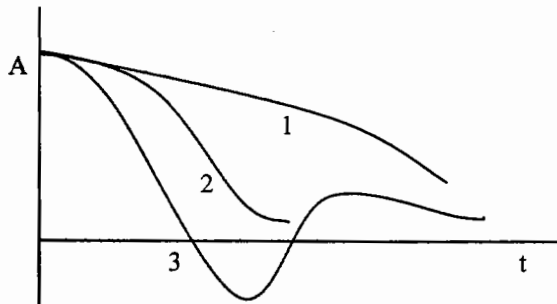
Dengan metode fasor diperoleh amplitudo superposisi :

$$[A_R(t)]^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2 A_1 A_2 \cos [(\omega_1 t + \theta_1) - (\omega_2 t + \theta_2)] \quad \dots (7)$$

### Redaman

Redaman disebabkan oleh hambatan udara dan gesekan internal pada sistem yang berosilasi. Jika terjadi redaman maka amplitudo gelombang akan mengecil bila menjauhi sumber getar. Energi

yang kemudian dikeluarkan sebagai energi panas ditunjukkan dengan berkurangnya amplitudo osilasi.



Gambar 2. Grafik gerak osilasi

Tiga kondisi umum sistem teredam tampak pada Gambar 2. Kurva 1, 2, dan 3 secara berurutan menunjukkan kondisi *overdamped*, *critical damping*, dan *underdamped*, di mana  $A$  menyatakan amplitudo dan  $t$  menyatakan waktu.

### Pengurangan Derau (Noise Reduction)

Pengurangan derau dapat dilakukan melalui proses *filtering* dengan menggunakan *noise estimator* pada daerah domain frekuensi utama. Seperti diagram yang tampak pada Gambar 3, *noise reduction* dilakukan dengan suatu fungsi transfer,  $0 \leq H(k, i) \leq 1$ , untuk menghasilkan keluaran  $Y(k, i) = H(k, i) * X(k, i)$  (Lang dkk, 1995)

$H(k, i)$  adalah sebuah fungsi *noise-to-input ratio* (NIR). Ketika nilai NIR rendah, nilai  $H$  harus

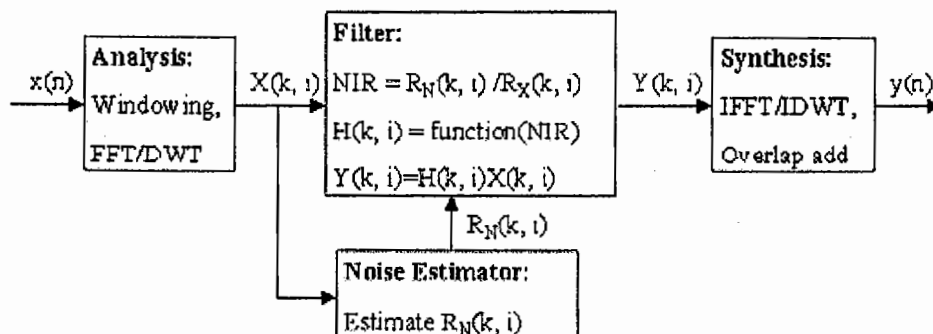
tinggi untuk memelihara komponen sinyal utamanya, sedangkan ketika nilai NIR tinggi, nilai  $H$  harus kecil untuk mengurangi derau pada sinyal tersebut.

### 3. Metodologi

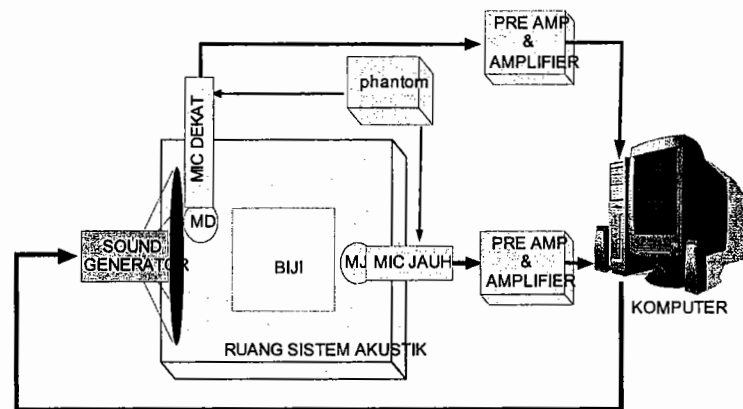
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Proses identifikasi biji palawija dilakukan dengan melewati frekuensi audio pada biji palawija tersebut. Biji palawija yang akan diidentifikasi diletakkan pada ruangan akustik yang dirancang secara khusus. Getaran respon biji palawija akibat pancaran frekuensi audio direkam dengan perangkat rekaman digital 24 bit. Selain direkam, sinyal getaran respon tersebut juga dipisahkan dari sinyal sumbernya dengan teknik *noise-reduction* yang telah dikembangkan sebelumnya (Sunarno, 2005), sehingga diperoleh sinyal getaran respon biji palawija yang diamati.

Blok diagram sistem yang dikembangkan pada penelitian ini tampak pada Gambar 4.

*Sound generator* yang digunakan adalah 2 ways speaker HS-J2 merek Hitachi dengan spesifikasi; impedansi 4  $\Omega$ , *rated power* 30 W, *music power* 50 W, *Woofer* 12 cm, *tweeter* 5 cm. Frekuensi audio pada *speaker* ini dibangkitkan oleh *software* pada komputer.



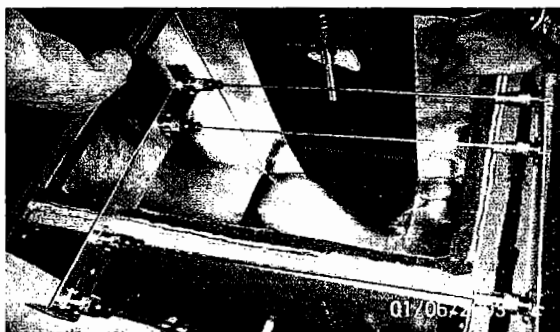
Gambar 3. Blok diagram perancangan pengurangan derau



Gambar 4. Blok diagram perancangan

Sensor yang digunakan adalah dua buah mikrofon kondensor jenis ECM-8000 buatan Behringer. Jenis ECM-8000 dipilih dalam penelitian ini karena unjuk kerjanya yang sangat sesuai untuk keperluan identifikasi biji palawija, di antaranya adalah: rentang frekuensi respon yang mencakup seluruh *band* frekuensi audio, *flatness* yang sangat baik, sangat sensitif tetapi mempunyai mempunyai sifat *ultra low self noise*. Untuk pertimbangan kepraktisan bentuk dan pertimbangan ekonomi, para praktisi yang ingin mengembangkan metode ini, ECM-8000 dapat pula diganti dengan menggunakan sensor *piezoelectric*. Sensor *piezoelectric*, selain tipis, kuat, harganya juga sangat murah dan mudah diperoleh di toko elektronik.

Ruangan sistem akustik yang digunakan dalam penelitian ini adalah ruangan yang terbuat dari kayu yang memiliki dimensi (40x55x65 cm). Dinding ruangan akustik ini dilapisi dengan karpet peredam akustik, gabus dan alumunium 0,3 mm. Lapisan ini diperlukan untuk mengurangi suara yang menembus dinding.



Gambar 5. Ruang Akustik

Penempatan mikrofon pada ruangan sistem akustik ini haruslah pada posisi yang tepat. Salah satu mikrofon yang selanjutnya disebut *mic dekat* (MD), ditempatkan berdekatan dengan *speaker* (*sound generator*) yang berfungsi untuk mendeteksi sinyal murni dari *speaker*. Mikrofon lainnya yang selanjutnya disebut *mic jauh* (MJ) diletakkan berdekatan dengan biji palawija yang akan diteliti, di mana posisi biji palawija berada di antara *speaker* dan MJ. Fungsi MJ adalah mendeteksi sinyal-sinyal yang telah melewati biji palawija (sinyal sumber + sinyal frekuensi respon biji palawija).

Data keluaran kedua mikrofon dimasukkan ke dalam komputer melalui jalur masukan (*line in*) kartu suara (*sound-card*) 24 bit. Data, yang berupa sinyal kontinyu, disimpan melalui program Cool Edit Pro versi 2.0 yang sekaligus sebagai perangkat lunak dalam penelitian ini. Cool Edit Pro versi 2.0 adalah program komputer yang dapat dipakai untuk memainkan (*play back*), merekam (*recording*), memanipulasi (*editing*), dan memproses bentuk gelombang multikanal (sekitar 64 kanal).

Di samping itu Cool Edit Pro versi 2.0 dalam penelitian ini juga digunakan untuk membangkitkan frekuensi audio dengan amplitudo yang sama besar, merekam sinyal keluaran kedua mikrofon, menyimpan, memisahkan dan menganalisis sinyal-sinyal yang diperoleh selama percobaan.

Cool Edit Pro versi 2.0 dijalankan dalam *environment Multitrack View*. *Track-1* digunakan untuk MD sedangkan *track-2* digunakan untuk MJ.

Setelah proses perekaman sinyal (*signal recording*) selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan proses *mix-down*. Pada proses *mix-down*, dilakukan pengurangan sinyal dari kedua kanal, yakni data sinyal murni dari *speaker* pada *track 1* dan data sinyal biji palawija pada *track 2*. Pada proses *mix-down* ini, sinyal murni dari sumber akan tereliminir, sementara hasil *mix down* diyakini merupakan sinyal getaran respon biji palawija dan *noise*. Proses selanjutnya adalah proses penghilangan (*noise reduction*) untuk mendapatkan data sinyal respon biji palawija yang lebih murni.

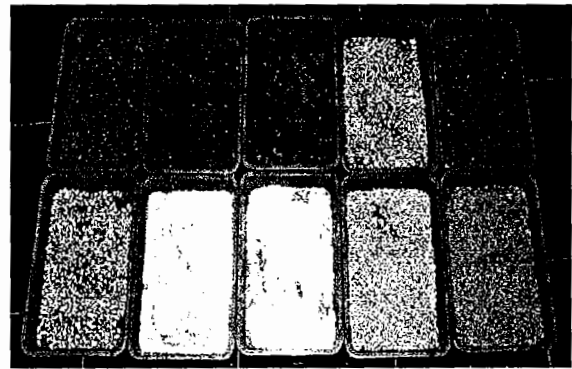
Penghilangan *noise* perlu dilakukan karena sinyal yang terekam ketika pengambilan data ternyata bukan hanya sinyal murni dari getaran respon biji palawija, tetapi sinyal ikutan yang berupa sinyal dari PLN, yang kemudian disebut *noise*. *Noise* itu dapat dihilangkan dengan *filter Noise reduction* yang tersedia pada *software Cool Edit Pro* versi 2.0.

### Obyek Penelitian

Biji palawija palawija yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah :

- a) **Millet** (*Pennisetum glaucum*), dengan ukuran butir rata-rata (2 x 2) mm dan massa jenis = 0,909 gram/ml.
- b) **Gabah** (*Oriza Sativa*), dengan ukuran butir rata-rata (7,6 x 3) mm dan massa jenis = 1,001 gram/ml.
- c) **Beras** (*Oriza Sativa*), dengan ukuran butir rata-rata (6,4 x 2) mm dan massa jenis = 1,538 gram/ml.
- d) **Jagung** (*Zea mays*), dengan ukuran butir rata-rata (8,8 x 4,2) mm dan massa jenis = 1,163 gram/ml.
- e) **Kedelai Putih** (*Glycine max*), dengan ukuran butir rata-rata (7,6 x 5,4) mm dan massa jenis = 1,087 gram/ml.
- f) **Kedelai Hitam**, dengan ukuran butir rata-rata (7,0 x 3,8) mm dan massa jenis = 1,064 gram/ml.
- g) **Kacang Tholo**, dengan ukuran butir rata-rata (7,6 x 4,2) mm dan massa jenis = 1,075 gram/ml.
- h) **Kacang Tanah** (*Arachis hypogaea*), dengan ukuran butir (14 x 8) mm dan massa jenis = 1,042 gram/ml.
- i) **Kacang Merah** (*Vigna unguiculata*), dengan ukuran butir (13,9 x 6,9) mm dan massa jenis = 1,111 gram/ml.
- j) **Kacang Hijau** (*Vigna radiate*), dengan ukuran butir rata-rata (5,6 x 4,4) mm dan massa jenis = 1,053 gram/ml.

Gambar biji palawija yang dipergunakan sebagai obyek penelitian tampak pada Gambar 6.



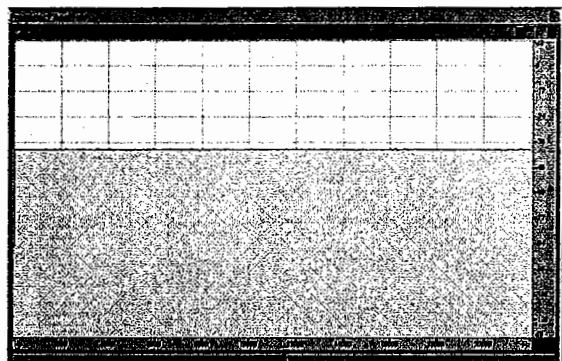
Gambar 6. Biji palawija

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### Frekuensi ruangan kosong (*background*)

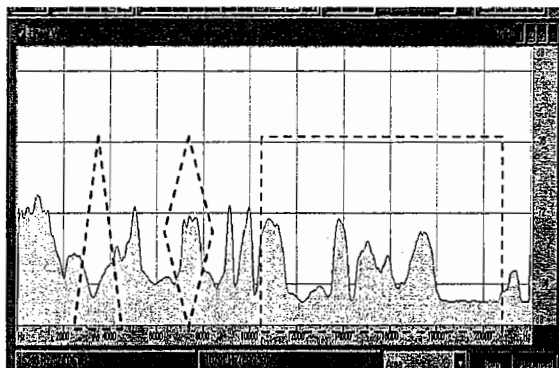
Berdasarkan data hasil identifikasi dari pengukuran ruangan akustik kosong (*background*) tampak frekuensi audio yang dibangkitkan oleh *software* memiliki amplitudo yang relatif sama. Ini menunjukkan ruangan akustik berfungsi dengan baik.

**Frekuensi ruangan (*background*)**



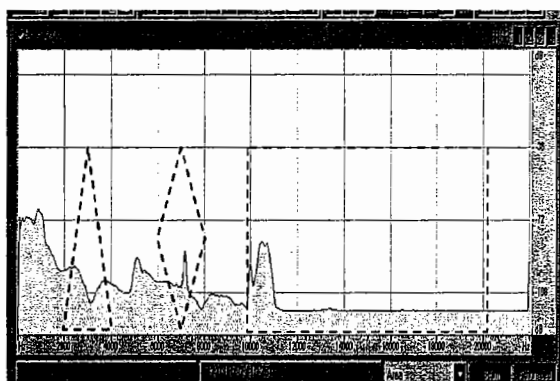
**Gambar 7.** Grafik analisis frekuensi ruangan (*background*)

**Beras**



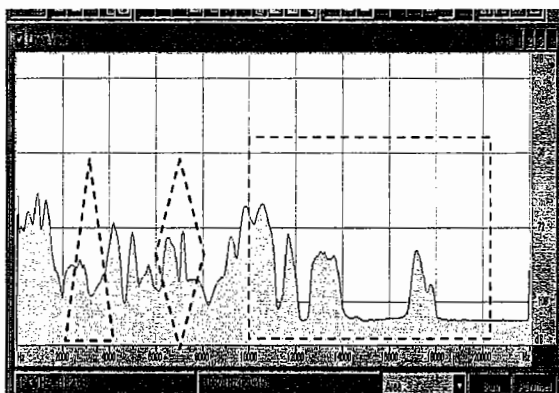
**Gambar 10.** Grafik analisis frekuensi beras

**Millet**



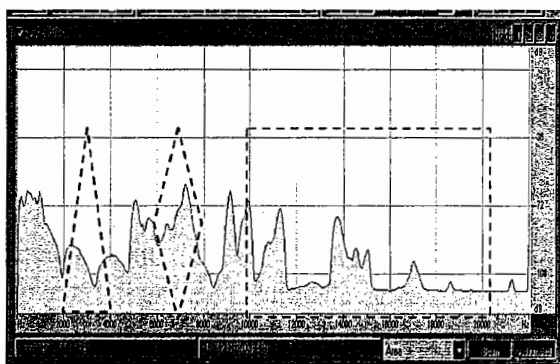
**Gambar 8.** Grafik analisis frekuensi millet

**Jagung**



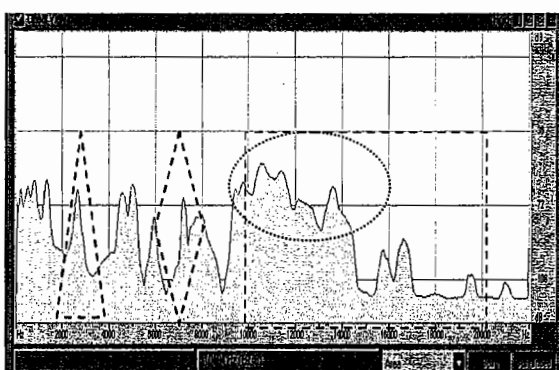
**Gambar 11.** Grafik analisis frekuensi jagung

**Gabah**

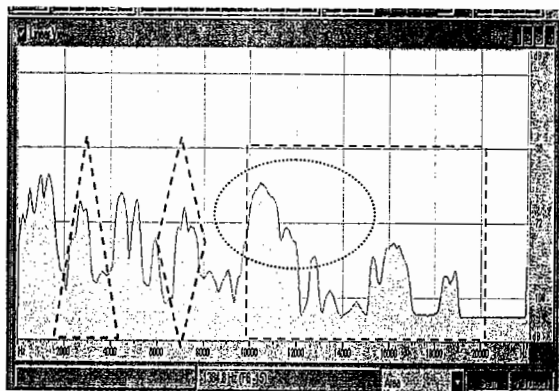
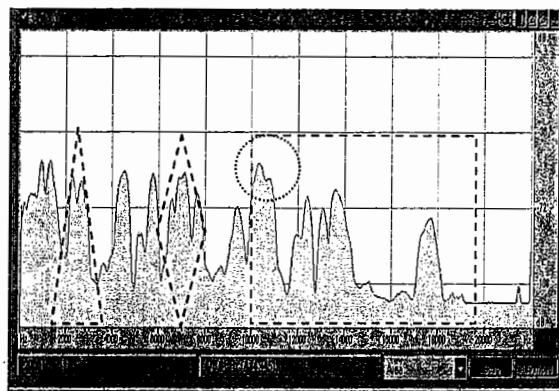
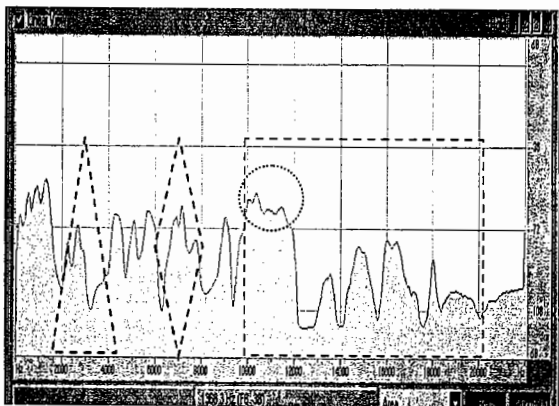
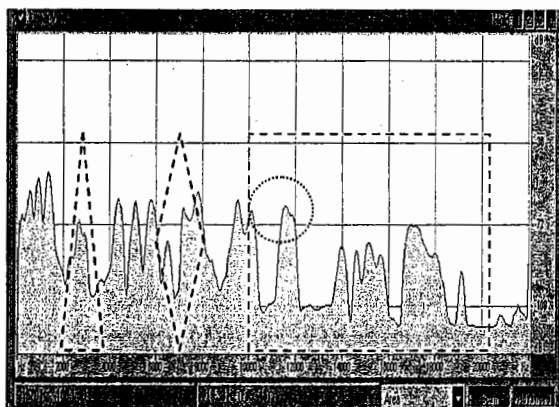
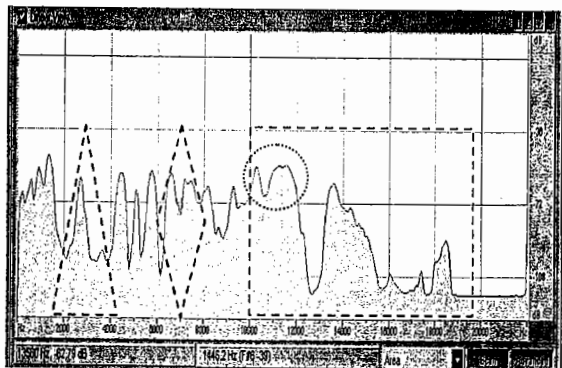


**Gambar 9.** Grafik analisis frekuensi gabah

**Kedelai Hitam**





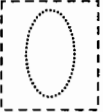
**Gambar 12.** Grafik analisis frekuensi kedelai hitam

**Kedelai Putih****Gambar 13.** Grafik analisis frekuensi kedelai putih**Kacang Merah****Gambar 16.** Grafik analisis frekuensi kacang merah**Kacang Tholo****Gambar 14.** Grafik analisis frekuensi kacang tholo**Kacang Hijau****Gambar 17.** Grafik analisis frekuensi kacang hijau**Kacang Tanah****Gambar 15.** Grafik analisis frekuensi kacang tanah

Spektrum frekuensi terjadi karena adanya superposisi getaran pada frekuensi yang sama antara getaran yang yang ditimbulkan oleh *sound generator* dengan getaran pada biji palawija yang diteliti. Dari data yang diperoleh selama pengujian, diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada spektrum frekuensi dari kesepuluh jenis biji palawija yang diteliti. Hal ini membuktikan bahwa setiap benda memiliki spektrum frekuensi yang berbeda dengan benda yang lainnya. Pada rentang frekuensi antara 2 kHz sampai 4 kHz, dari kesepuluh bahan uji tersebut dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu; puncak rendah dan puncak tinggi.



**Tabel 1.** Data-data identifikasi frekuensi biji palawija berdasarkan spektrum frekuensinya

NAMA BIJI PALAWIJA		 PUNCAK FREKUENSI (2 k Hz – 4 kHz)	 AMPLITUDO pada FREKUENSI SPESIFIK (6 kHz – 8 kHz)	 AMPLITUDO pada FREKUENSI SPESIFIK (10 kHz – 20 kHz)
Millet		Rendah	-80 dB	10 kHz – 12 kHz -80 dB
				12 kHz – 14 kHz -
				14 kHz – 16 kHz -
				16 kHz – 18 kHz -
Gabah		Rendah	-60 dB	10 kHz – 12 kHz -75 dB
				12 kHz – 14 kHz -78 dB
				14 kHz – 16 kHz -100 dB
				16 kHz – 18 kHz -100 dB
Beras		Rendah	-72 dB	10 kHz – 12 kHz -75 dB
				12 kHz – 14 kHz -75 dB
				14 kHz – 16 kHz -85 dB
				16 kHz – 18 kHz -80 dB
Jagung		Rendah	-75 dB	10 kHz – 12 kHz -60 dB
				12 kHz – 14 kHz -80 dB
				14 kHz – 16 kHz -
				16 kHz – 18 kHz -80 dB
Kedelai	Hitam	Tinggi	-70 dB	10 kHz – 12 kHz -50 dB
				12 kHz – 14 kHz -60 dB
				14 kHz – 16 kHz -90 dB
				16 kHz – 18 kHz -85 dB
	Putih	Tinggi	-70 dB	10 kHz – 12 kHz -50 dB
				12 kHz – 14 kHz -80 dB
				14 kHz – 16 kHz -90 dB
				16 kHz – 18 kHz -85 dB
Kacang	Tholo	Tinggi	-60 dB	10 kHz – 12 kHz -60 dB
				12 kHz – 14 kHz -90 dB
				14 kHz – 16 kHz -70 dB
				16 kHz – 18 kHz -80 dB
	Tanah	Tinggi	-60 dB	10 kHz – 12 kHz -60 dB
				12 kHz – 14 kHz -70 dB
				14 kHz – 16 kHz -
				16 kHz – 18 kHz -100 dB
	Merah	Tinggi	-60 dB	10 kHz – 12 kHz -60 dB
				12 kHz – 14 kHz -70 dB
				14 kHz – 16 kHz -
				16 kHz – 18 kHz -75 dB
	Hijau	Tinggi	-60 dB	10 kHz – 12 kHz -65 dB
				12 kHz – 14 kHz -
				14 kHz – 16 kHz -80 dB
				16 kHz – 18 kHz -72 dB



### Golongan Puncak Rendah

Pada puncak rendah puncak frekuensi yang dimiliki landai mencapai 190 dB. Bahan uji yang termasuk di dalamnya yaitu; millet, gabah, beras, jagung.

Perbedaan antara biji millet, gabah, beras dan jagung adalah sebagai berikut:

- a) **Millet** : hanya ada puncak frekuensi pada rentang 10 kHz – 11 kHz. Pada frekuensi lebih tinggi dari 11 kHz tidak mempunyai puncak frekuensi.
- b) **Gabah** : pada rentang frekuensi 16 kHz – 17 kHz mempunyai puncak frekuensi intensitas kecil yaitu mencapai -100 dB.
- c) **Beras** : pada rentang frekuensi 16 kHz – 17 kHz mempunyai puncak frekuensi intensitas besar yaitu mencapai -80 dB. Pada rentang frekuensi 14 kHz – 16 kHz terdapat 2 puncak frekuensi.
- d) **Jagung** : pada rentang frekuensi 16 kHz – 17 kHz mempunyai puncak frekuensi intensitas besar yaitu mencapai -80 dB. Pada rentang frekuensi 14 kHz – 16 kHz tidak terdapat puncak frekuensi.

### Golongan Puncak Tinggi

Puncak frekuensi yang dimiliki tajam mencapai -60 dB. Bahan uji yang termasuk di dalamnya yaitu : kedelai putih, kedelai hitam, kacang tanah, kacang hijau, kacang merah dan kacang tholo.

Perbedaan antara biji palawija kedelai dengan kacang adalah sebagai berikut :

- a) **Kedelai** : pada rentang frekuensi 6 kHz – 7 kHz memiliki puncak frekuensi intensitas rendah yakni mencapai -70 dB.
- b) **Kacang** : pada rentang frekuensi 6 kHz – 7 kHz memiliki puncak frekuensi intensitas rendah yakni mencapai -60 dB.

Perbedaan antara **kedelai hitam** dan **kedelai putih** yaitu pada rentang frekuensi 6 kHz sampai 14 kHz. Perbedaan yang paling jelas tampak pada puncak frekuensi 13,5 kHz. Pada kedelai hitam memiliki puncak tinggi mencapai -60 dB

sedangkan pada kedelai putih mempunyai puncak yang lebih rendah mencapai -90 dB. Pola spektrum frekuensi kedelai hitam lebih besar daripada pola spektrum frekuensi kedelai putih.

Pada biji palawija kacang, spektrum frekuensi dominan tampak pada rentang frekuensi 10 kHz – 12 kHz

**Kacang tholo** mempunyai puncak frekuensi merata pada rentang frekuensi tersebut. Intensitas frekuensi pada rentang tersebut hampir sama pada -60 dB.

**Kacang tanah** mempunyai puncak frekuensi merata seperti pada kacang tholo tetapi pada tengah-tengah mempunyai cekungan sebesar -12 dB.

**Kacang merah** dan **kacang hijau** mempunyai dua frekuensi puncak yang saling berdekatan namun intensitasnya selisih 7 dB, dengan posisi frekuensinya yang berbeda. Kacang merah terletak pada frekuensi 10,5 kHz sedangkan pada kacang hijau pada 11,5 kHz.

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, ditemukan variasi spektrum frekuensi dominan yang berbeda-beda untuk masing-masing sampel. Semua variasi spektrum frekuensi teridentifikasi pada frekuensi antara 2 kHz hingga 4 kHz, 6 kHz hingga 8 kHz dan di atas 10 kHz. Masing-masing biji memiliki spektrum frekuensi yang spesifik pada frekuensi-frekuensi tersebut.

Metode yang diteliti pada penelitian ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis benda maupun kondisi benda yang diletakkan pada suatu ruangan akustik.

### Ucapan Terima Kasih

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Memory, Rony, Martinus, Ita, Ari, Kholig, Hardian, Rukmini dan rekan-rekan peneliti lainnya yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

**Daftar Pustaka**

- Clark, G. A., 1998, *Acoustic Signal Processing : The revelations of accoustic waves*, published by Lawrence Livermore at <http://www.llnl.gov/str/Clark.html>
- Lang, M., Guo H., J.E. Odegard, C.S. Burrus, and R.O. Wells, 1995, *Noise Reduction Using an Undecimated Discrete Wavelet Transform*,

IEEE, Signal Processing Letters vol. 67, hal 1586–1604, Des. 1995.

- Sunarno, Mondjo, 2005, *Perancangan Alat Pengukur Kualitas Gabah*, Laporan Penelitian, Fakultas Teknik - UGM.
- Vierck, R. K., 1995, *Analisis Getaran*, diterjemahkan oleh: Dr. Ir. Dicky Rezady Munaf, MS.MSCE., Penerbit PT. Eresco, Bandung.

